

第2学年C組 理科学習指導案

授業者 山本 孔 紀

1 単元名 化学変化と原子・分子（本時「物質の酸化と燃焼についての探究学習」）

2 単元について

本単元の主なねらいは、理科の見方・考え方を働かせ、化学変化についての観察、実験などを行い、化学変化における物質の変化やその量的な関係について、原子や分子のモデルと関連付けて微視的に捉えさせて理解させるとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成することである。思考力、判断力、表現力等を育成するに当たっては、第1分野・化学単元の特質を生かしながら、①見通しをもって課題を解決する方法を立案して観察、実験などを行うこと②結果を分析して解釈し、規則性や関係性を見いだして表現すること③探究の過程を振り返らせることを重視する。

生徒は、小学校で物を燃やし、物や空気の変化を調べ、燃焼の仕組みについての考えをもつことを、さらに中学校第1学年の「身の回りの物質」で、物質の水への溶解や状態変化について、粒子モデルを用いた微視的で、質的・実体的な見方の初歩を学習してきている。今年度の様子から、生徒らは単元を貫く問いである「物とは何か」について、物質の熱分解や水の電気分解、水素と酸素が結びつく化学変化の実験を通して、粒子モデルを活用して考えたり、実験後の物質の変化を予想したりすることが少しずつできるようになってきている。しかし、直接目で見えない事物・現象について思考する活動を苦手としている生徒は多い。

そのような状況から、本校第2学年では、「事実や結果をモデルや図に表し、説明する力」を身に付けさせたい技能に設定し、モデルや図に表現する活動の充実を図っている。生徒の概念や考え方の形成過程の自覚化を促しながら、生徒の科学的な根拠に基づく物質概念（粒子概念）の形成を目指していく。

3 学校研究および教科研究との関連

学校研究主題の実現に向けて、本校理科部では以下の三つの手立てに取り組むこととした。なお、各手立ての概要は教科論を参照されたい。

(1) 挑戦する学びの場面の設計

手立て1 ワークショップ型の理科授業の導入

(2) 生徒自らの「挑戦心」の意識化

手立て2 OPP シートの活用

(3) 教師や仲間との協働的な学びの充実

手立て3 教師のファシリテーションの役割を重視した学習支援の工夫

次のように、多様な学習成果を生かす、探究的なワークショップ型理科授業のデザインモデルの構築を目指した授業実践を行う。自ら実証できる問いを立て、自ら探究を進める学習を促進するために、OPPA 論と学習ファシリテーション論を援用し、一体的な単元デザインを目指す。探究の目的を「生徒が最終的に生涯の学び手として自立すること」とし、過去の経験や自らの好奇心や問いに答えることを通して、自立性を高めていく。特に質問づくりから始まる本ワークショップ型理科授業の実践においては、発散思考・収束思考・メタ認知思考・批判的思考などの高次の思考力を養うことで、自然を主体的、科学的に探究する資質・能力をよりよく育成していくことを目指す。

教師の単元・授業デザインの手順と視点	本單元における具体																
<p>(1) 対象単元における OPP シートの作成 ・「本質的な問い」の設定</p> <p>(2) 生徒の実態把握</p> <p>① 「本質的な問い」への学習前の回答分析</p> <p>② 授業計画の作成 ・単元当初における「質問の焦点」の設定 ・(学年・単元によっては)「自由試行」を促す体験コーナーの設置</p>	<p>◎「本質的な問い」の設定… 「物とは何か」</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>設定理由</p> <p>① 「馴染み深さ」と「多義性」をもつ。</p> <p>② 本単元で扱う「物」は、「前項2 単元について」のような特徴をもつ。</p> <p>③ ①, ②により, 学習による学習者の概念や考え方の変容が大きいと考えられる。</p> </div> <p>◎「本質的な問い」への学習前の回答分析</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・性質がある ・見えるもの ・粒子 ・質量, 体積がある ・世界を構成している ・意思をもっているもの ・力がはたらくもの など </div> <p>◎質問の焦点の設定 「変化した物質は基には戻らない」 ※カリキュラムを導入(出発点)として捉える。</p>																
<p>(3) 支援</p> <p>① 各授業当初に「ミニ・レッスン」の実施 ・探究に必要な思考スキルや科学的知識, 実験技術の伝達</p> <p>② 探究活動の観察 ・ファシリテーション ・多様な方法や関与を認める環境づくり</p> <p>③ まとめ・表現 ・各授業終わりによる短時間発表 ・全体議論 ・各探究の過程において, OPPシートへのコメントによる個人内評価の重視 ・科学的発見シートと全体議論の結果を集約した「発見ブック」の作成</p> <p>(4) 評価 ・生徒による相互評価(発表内容評価) ・発見シートの記述分析 ・生徒を観察すること(指標となる行動が見られるか など) ・「本質的な問い」への学習後の回答分析 ・次単元デザイン(本質的な問いや問いの焦点づくり など)への活用</p>	<p>◎探究に必要な科学的知識</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実証性, 再現性, 信頼性 ・化学変化における反応前後の物質の性質の変化 ・原子モデルを用いた説明 ・酸化, 還元 <p>◎思考スキルや実験技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・比較 ・条件制御 ・要素に分ける ・実験器具の具体的操作 ・安全や環境に配慮した実験 ・原子モデルの操作 ・記録整理の方法 ・論文検索サイトの活用 など <p>◎学習過程に即した支援</p> <table border="1" data-bbox="735 1167 1445 1431"> <thead> <tr> <th>集合域</th> <th>手法・呼名</th> <th>機能</th> <th>位置</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>個人</td> <td>Coaching 支援者</td> <td>問題の方向性を引き出し明確にする。</td> <td>支援・指導</td> </tr> <tr> <td>集団</td> <td>Fasilitation 促進者</td> <td>場をつくり, 意見を引き出し, 合意を得る。</td> <td>対等・中立</td> </tr> <tr> <td>組織</td> <td>Consulting 専門的な助言者</td> <td>問題を解決するための助言をする。</td> <td>助言・指導</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">【武田(2012)を一部改変】</p> <p>◎指標となる行動</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 実証できる問いを立てている。 ② 問いに答えるために妥当な実験を設定する。 ③ データを体系的・論理的なやり方で集める。…など 	集合域	手法・呼名	機能	位置	個人	Coaching 支援者	問題の方向性を引き出し明確にする。	支援・指導	集団	Fasilitation 促進者	場をつくり, 意見を引き出し, 合意を得る。	対等・中立	組織	Consulting 専門的な助言者	問題を解決するための助言をする。	助言・指導
集合域	手法・呼名	機能	位置														
個人	Coaching 支援者	問題の方向性を引き出し明確にする。	支援・指導														
集団	Fasilitation 促進者	場をつくり, 意見を引き出し, 合意を得る。	対等・中立														
組織	Consulting 専門的な助言者	問題を解決するための助言をする。	助言・指導														

4 目標

化学変化と原子・分子

(知識及び技能) ・化学変化を原子や分子のモデルと関連付けながら, 物質の成り立ち, 化学変化, 化学変化と物質の質量について理解するとともに, それらの観察, 実験などに関する技能を身に付けること。

(思考力, 判断力, 表現力等) ・化学変化について, 見通しをもって解決する方法を立案して観察, 実験などを行い, 原子や分子と関連付けてその結果を分析して解釈し, 化学変化における物質の変化やその量的な関係を見いだして表現すること。

(学びに向かう力, 人間性等) ・物質やエネルギーに関する事物・現象に進んで関わり, 科学的に探究

しようとする態度を養うとともに、自然を総合的に見ることができるようになること。

5 学習計画と評価規準

(1) 化学変化と原子・分子…30 時間計画

時	学習内容 ○問いの焦点 ・学習活動	評価規準	評価方法
	・単元を貫く問い「物とは何か」について考え、学習前に表現する。		
1 6	<u>単元1：物質の成り立ち</u> ○パンケーキと炭酸水素ナトリウム ○水素は水の素（もと）である。 ・「物質の成り立ち」について考え、表現する。	<u>知識・技能</u> 化学変化を原子や分子のモデルと関連付けながら、物質の成り立ち、化学変化、化学変化と物質の質量について理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けている。	OPPシートの記述分析 行動観察 発見シートの記述分析（探究ファイルの分析）
7 18	<u>単元2：酸素が関わる化学変化</u> ○燃える「もの」 ・燃焼現象について。酸化・還元の見点から考え、表現する。 ○化学反応式で、物質の“変化の全て”を表現できる。 ・化学変化で変化していること、していないことを考え、表現する。	<u>思考・判断・表現</u> 化学変化について、見通しをもって解決する方法を立案して観察、実験などを行い、原子や分子と関連付けてその結果を分析して解釈し、化学変化における物質の変化やその量的な関係を見いだして表現している。	
19 24	<u>単元3：化学変化と熱</u> ○フロギストン説…物質はフロギストンと灰が結合したものである。 ・化学変化をエネルギーの見点から考え、表現する。	<u>主体的に学習に取り組む態度</u> 化学変化に関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。	
25 30	<u>単元4：化学変化と物質の質量</u> ○原子はなくなる。 ・化学変化を質量の見点から考え、表現する。		
	・単元を貫く問い「物とは何か」について考え、学習後に表現する。		

(2) 単元の基本的な展開

時	○学習内容・学習活動	重点	記録	評価方法 (評価の主体)
1	○学習テーマ「単元2：物質どうしの化学変化」の学習について見通しをもつ。 ・単元の説明を聞く ・OPPシートの単元学習前の問いを記入する。 ○「 <u>質問の焦点</u> 」を聞き、実証可能な質問を考える。	態		OPP シートの記述（学習としての評価：生徒）
2 3 4	○前時までのOPPシートへの記述に基づいた「 <u>ミニ・レッスン</u> 」を受ける。 ・探究するために必要な思考スキルや科学的知識、実験技術を獲得する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <u><ミニ・レッスンの要素></u> ① 安心して学び続ける場の設定 ② 適切なコンテンツ（教材含む）の準備 </div>	知 思		OPP シートの記述分析（指導と評価の一体化：教師）

	<p>③ 探究に必要なコンピテンシーを育むプログラム ④ OPPシートの記述に基づく学びを促すアセスメント</p> <p>○「今日の予定」を記述し、発表する。 ○「探究の時間」に教師やクラスメイトと相談し、自由に探究する活動を通して、自らの活動を見直しながら発見シートに記入する。 ○「共有の時間」にクラスメイトの成果発表を聞く活動を通して、次時の探究のための視点を獲得。 ○「振り返り」をOPPシートに記述し、提出する。</p>			発見シート の記述（指導と評価の 一体化：教師）
5 ・ 6	<p>○「全体議論」をし、得られた科学的知見を集団知とする。 ○探究ファイルを整理し、提出する。 ○「振り返り」をOPPシートに記述し、提出する。 ・生徒のゴールは研究成果だけではなく、探究のサイクルの回し方の習得と回すことで得る科学の楽しさを実感することとする。</p>	思 態	○	全体議論記録シート・ 探究ファイルの分析 （評定に生かす評価： 教師）

6 本時の学習（本時 11/18時）

(1) ねらい

- (思考力, 判断力, 表現力等) ・全体議論を通して、酸化は酸素が関係する反応であることについて見だし、自らの考えを表現できる。
- (学びに向かう力, 人間性等) ・酸化に関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。

(2) 本時の展開

過程	学習内容・活動	教師の支援（・）と評価、研究との関連（★）
課題把握	①前時までのOPPシートへの記述に基づいた「ミニ・レッスン」を受ける。	★前時までを踏まえ、生徒の記述紹介、必要となる知識や思考スキル、議論へのよりよい参加などについて伝達する。
課題の追究・解決	②全体議論を行い、結論を導出する。 <予想される生徒の反応例> ・現在行われている探究について、ほかの生徒たちと話し合っている。 ・同様の探究を行っているほかの生徒たちのデータと比較している。 ・モデルを新たにつくり出すか、改造している。 ・さまざまな探究を関連付けている。 など	★生徒の司会で進行させる。 ・個々人で議事録を残させる。 <評価> (思考・判断・表現) 【全体議論記録シートの記述分析】 ※左記の反応例を記述から読み取る。 ★ファシリテーションの視点で関わる。 ・必要に応じて、概念や考え方の可視化・意識化を促す言葉をかける。 ・グループや個人よさを周囲に広げる。
省察	③OPPシートの学習履歴を記入する。 ④探究ファイルを整理し、提出する。	★保持している概念、自身の成長や発揮した挑戦心の自覚化を促す。 <評価> (主体的に学習に取り組む態度) 【探究ファイルの記述分析】

科学的発見シート

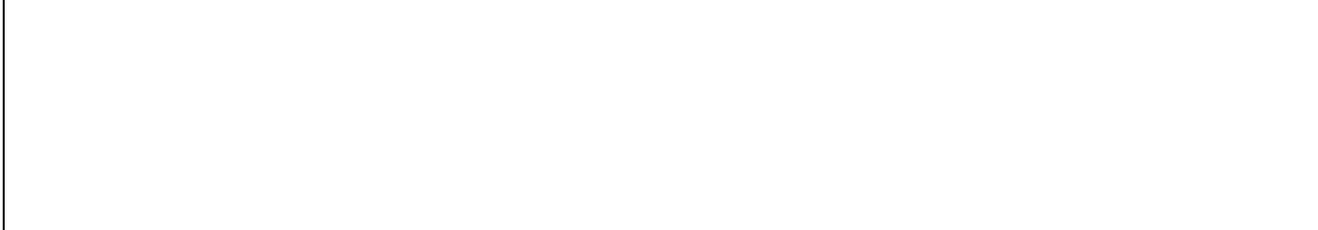
活動タイトル () 日付 ()

2年 () 組 () 番 氏名 ()

どのような問いに答えようと思いましたか？

あなたの問いに答えるためにあなたがしたことを説明してください。

あなたの実験のスケッチを書きなさい。



今日は何を発見しましたか？



今日の授業で、「一番大切だと思ったこと」等を、OPPシートへ書きましょう。

科学的発見のための質問づくりの手法

2年（ ）組（ ）番 氏名（ ）

手順1 質問の焦点を知る。（10分）

手順2 質問をつくる。（10分）

(1) 自分たちの質問を出す。

自分たちの質問を出すための4つのルール

- ①できるだけたくさんの質問をする。
- ②話し合ったり、評価したり、答えを言ったりしない。
- ③発言のとおり質問を書き出す。(記録係を一人決め、その人が全ての質問を書き出す。)
- ④肯定文として出されたもの、意見や主張は疑問文になおす。

(2) 出した質問を改善する。(10分)

①閉じた質問と開いた質問を分類する。

◇閉じた質問 (closed question)

→「はい」か「いいえ」、もしくは簡単な言葉で答えられるもの。答えが一つに決まるもの。

◇開いた質問 (open question)

→説明が必要なもので、「はい」か「いいえ」、もしくは簡単な言葉で答えられないもの。答えが何通りもあるもの。自分の考えを表現できるもの。

?これらの質問の「長所」と「短所」は何だろうか？

(3) 質問の優先順位をつける。(5分)

出した質問リストから優先順位の高い質問を、理由とともに3つ選ぶ。

手順3 共有と次のステップを話し合う。(15分)

選んだ質問をどのように使うか？について考える。

質問の焦点づくり

定義

生徒たちが質問をつくり出すための引き金。生徒たちがそれをきっかけに考えて質問をつくり出せるものであれば、短い分掌、あるいは写真や短い動画や表・図などの視聴覚教材など何でもかまわない。質問の焦点は、生徒たちの思考を喚起するために、従来使っていた教師からの発問の反対側に位置付けられるものである。

段階	項目	内容	作成例
1	目的を明らかにする。	<ul style="list-style-type: none"> ・何を実現したいのか？ ・学習成果は何か？ ・新しい考えはもてるか？ 	
2	可能な限りアイデアを出す。	<ul style="list-style-type: none"> ・生徒たちがつくり出した質問で何をするのか？ ・どれだけ多様なアイデアを出せるか？ ・同じアイデアも、異なる方法で生徒に提示できないか？ ・単純さこそ大切 ・文章は短く 	・
3	それぞれの良い点と悪い点を出す。	<ul style="list-style-type: none"> ・4つの評価基準を基に判定 ①明確な焦点をもっている。 ②質問ではない。 ③刺激によって新しい思考を誘発する。 ④教師の好みや偏見は表さない。 	・
4	4つの基準に照らし合わせて、ベストと思う質問の焦点を選ぶ。	<ul style="list-style-type: none"> ・段階1と3を満たすベストのアイデアを選択。 ・基準を満たさない場合は、言葉を加えたり削ったりする。 	・
5	生徒たちが考える質問を想像する。	<ul style="list-style-type: none"> ・実際に自分で試してみる。 	・

全体議論 記録シート

活動タイトル () 日付 ()

2年 () 組 () 番 氏名 ()

クラスとしてどのような質問に答えようと思いましたか？

質問に答えるための全体議論の場で、あなたがしたことを説明してください。

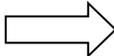
議論の結果はどうなりましたか？

今回の結果に満足しましたか？

はい いいえ どちらとも言えない

あなたは、自分の今日の活動に何点をつけますか？

最高 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 最低

 今日の授業で、「一番大切だと思ったこと」等を、OPPシートへ書きましょう。

質問の焦点づくり

質問の焦点 定義

生徒たちが質問をつくり出すための引き金。生徒たちがそれをきっかけに考えて質問をつくり出せるものであれば、短い分掌、あるいは写真や短い動画や表・図などの視聴覚教材など何でもかまわない。質問の焦点は、生徒たちの思考を喚起するために、従来使っていた教師からの発問の反対側に位置付けられるものである。

中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編 p.54

(4)化学変化と原子・分子 ① 化学変化における酸化と還元

◎ 授業者が考えた質問の焦点

「燃える “もの” 」

下記の演示実験を提示した上で、質問の焦点を提示する。

- ・ エタノールの燃焼…燃え尽きる様子の観察まで示す。
- ・ スチールウールの燃焼…火、電気の両方で点火し、燃焼させる。その後、息を吹きかける演示を示す。

段階	項目	内容
1	目的を明らかにする。	(1)何を実現したいのか？ (2)学習成果は何か？ (3)新しい考えはもてるか？
	作成例 (1)何を… ・ 物質の変化やその量的な関係について、原子や分子のモデルと関連付けて微視的に捉えさせて理解することを実現したい。特に、酸化や還元の実験を行い、酸化や還元は酸素が関係する反応であることを見いだして理解する。 (2)学習成果は… ・ 科学的発見シート ・ 全体議論記録シート の双方に、上記(1)に関する記述が表れること。 (3)「学習者が持つ新しい考え」は… ・ 物質の酸化は、酸素が結びつく反応であり、反応の前後で原子の組合せが変わる。	
2	可能な限りアイデアを出す。	(1)生徒たちがつくり出した質問で何をするのか？ (2)どれだけ多様なアイデアを出せるか？ (3)同じアイデアも、異なる方法で生徒に提示できないか？ (4)単純さこそ大切。文章は短く

	<p>作成例</p> <p>(1)つくりだした質問ですることは…</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇スチールウールなどの燃焼の様子を観察 ◇スチールウールなどの燃えるものの形状を変化させて燃焼させる実験 ◇水中や真空中での実験 ◇燃焼しているスチールウールに酸素や二酸化炭素を吹きかける実験 ◇空気中の気体の割合の変化の調査 ◇反応後のスチールウールの性質を調べる実験 ◇化学式や化学反応式の調査 など <p>(2)どれだけ多様なアイデアを出せるか？(下記「子供たちの実際の問題の一覧」参照)</p>
	<p>それぞれの良い点と悪い点を出す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・4つの評価基準を基に判定 ①明確な焦点をもっている。 ②質問ではない。 ③刺激によって新しい思考を誘発する。 ④教師の好みや偏見は表さない。
3	<p>作成例</p> <p>評価基準を基に判定すると…</p> <ul style="list-style-type: none"> ①「燃える」=酸化, 燃焼に絞った焦点 ②単語で提示し, その先は自分たちで作っていかせる。 ③「刺激」…スチールウール, エタノールの燃焼実験などをトリガーとして, 燃焼現象について, 「酸素の関わり」「性質の変化」「熱の出入り」などの視点を誘発しやすくする。 ④意図を説明せず, 疑問文として投げかけない。その場で感じた事柄や疑問を表出させる。
4	<p>4つの基準に照らし合わせて, ベストと思う質問の焦点を選ぶ。</p> <ul style="list-style-type: none"> (1)段階1と3を満たすベストのアイデアを選択。 (2)基準を満たさない場合は, 言葉を加えたり削ったりする。
	<p>作成例</p> <p>生徒たちが考える質問を想像する。</p> <ul style="list-style-type: none"> (1)実際に自分で試してみる。
5	<p>作成例</p> <p>◇子供たちの実際の問題の一覧</p> <ul style="list-style-type: none"> ・においの正体は何か。・息を吹きかける理由は?・燃え方の違いはどこからくるのか。 ・燃やして二酸化炭素ができる理由・燃えるものと燃えないものの素材の違い ・燃える条件は何か。・火とは何だろうか。・水の中で燃える方法はあるか?やり方は? ・真空でも燃えるのか。・電気と火の違いは何か。燃えるのに電気は必要か。 ・いつまで燃えているのか。火を永遠に燃やす方法はあるのか。 ・燃えるための原子は存在するのか。・火を大きくするには。 ・なぜ全てのものが燃えるわけではないのか。・どうして水は燃えないのか。 ・エタノールが燃え尽きた理由。・化学式で表すとどうなるのか。 ・燃えるものの共通点, 相違点は何か。・酸素はなぜ助燃性なのか。 ・燃え尽きると何の物質のなるのか?なんで, 金属がもろくなっている? ・物を燃やした後に変色するのはどうして?・何であんなにきれいに燃えるのか。 ・なぜ“スチールウール”なのか。・危ないのか?・明るくなるのはなぜか? ・酸素は燃やすのにどのくらい必要か?・熱を加えることで空気中はどうなる?

